REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI IMPERIA
Comune di Pieve di Teco



# CENTRALE IDROELETTRICA UBICATA SUL TORRENTE ARROSCIA NEL COMUNE DI PIEVE DI TECO (IM)

Valutazione d'impatto ambientale ai sensi della L.R. 32/2012 e s.m.i.

## PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

# Relazione idrologica

Gruppo di progettazione


E.T.A.research
energiaterritorioambiente
Via XI settembre, n.73
12011 - Borgo San Dalmazzo (CN)
Tel/Fax: 0171.60.30.59
e-mail: info@eta-research.com
web: www.eta-research.com

*Dott. Ing. Paolo Gossa*
Via Meucci n. 7
12100 Cuneo (CN)
tel 348 8962431
paolo.gossa@eta-research.com

*Dott. Ing. Andrea Demaria*
Via del Canale n. 28 bis
12100 Cuneo (CN)
tel 392 9216521
andrea.demaria@eta-research.com

*Dott. Ing. Luca Macario*
Via Cacciatori delle Alpi, 6
12100 Cuneo (CN)
tel 388 9427082
luca.macario@eta-research.com


Committente

## ENERCLEAN s.r.l.

Sede: Via Papa Giovanni XXIII n. 162 /2
17031 Albenga (SV)
P.IVA: 01676780099

Dati progetto

| CODICE LAVORO | FASE PROGETTO | TIPOLOG.DOCUMENTO | N.ELABORATO |
|---|---|---|---|
| C15_02 | DF | RC | 03 |

ELABORATO
**R.03**
SCALA -:--

| REVISIONE | DATA EMISSIONE | DESCRIZIONE | REDAZIONE | CONTROLLO | APPROVAZIONE |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | GENNAIO_2015 | VERIFICA AMBIENTALE | | | |
| 02 | APRILE_2016 | VALUT. AMBIENTALE | Dott. Ing. Gossa P. | Dott. Ing. Demaria A. | Dott. Ing. Macario L. |

# INDICE

*PREMESSA* ..... *3*

*1 DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO* ..... *4*

**1.1 Caratteristiche territoriali** ..... **4**

**1.2 Reticolo idrografico** ..... **5**

**1.3 Aspetti geologici** ..... **6**

**1.4 Caratteristiche geomorfologiche** ..... **6**

*2 IDROLOGIA* ..... *7*

**2.1 Generalità** ..... **7**

**2.2 Calcolo delle portate attraverso la stazione di Pogli** ..... **8**

*2.2.1 Analisi delle portate naturali* ..... 12

*2.2.2 Analisi delle portate disponibili e derivate nella relazione istruttoria n. S599 del 27/01/2016* ..... 12

**2.3 Analisi delle portate disponibili e derivate alla sezione di Pieve di Teco** ..... **16**

**2.4 Sostenibilità della derivazione sul bilancio idrico** ..... **18**

**2.5 Sostenibilità della derivazione sul bilancio idrico** ..... **18**

**2.6 Definizione del DMV** ..... **19**

*2.6.1 Ambiti di applicazione* ..... 20

*2.6.2 Definizione del DMV su territorio dei bacini di competenza regionale* ..... 21

*2.6.3 Calcolo del DMV base o componente idrologica* ..... 22

**2.7 Modalità di rilascio del DMV** ..... **24**

*2.7.1 Portata naturale inferiore alla somma di DMV e Qmin turbinabile* ..... 25

*2.7.2 Portata naturale maggiore al DMV e quota di non turbinaggio* ..... 25

**2.8 Asta graduata** ..... **25**

**2.9 Dimensionamento soglia del DMV** ..... **26**

*2.9.1 Stramazzo della scala di rimonta per l'ittiofauna* ..... 26

*2.9.2 Bocca sotto battente alimentante la scala di rimonta per l'ittiofauna* ..... 28

*2.9.3 Stramazzo della rampa per le anguille* ..... 29
*2.9.4 Scala di deflusso del sistema di rilascio* ..... 30

## PREMESSA

A seguito di Decreto n. 267 del 28/01/2016 con il quale si pronuncia l'assoggettamento a V.I.A., la società Enerclean S.r.l., con sede in Via Papa Giovanni XXIII 162/2, 17031 Albenga (SV), ha incaricato i tecnici scriventi: l'ing. Andrea Demaria iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Cuneo con numero A1945, l'ing. Paolo Gossa, iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Cuneo con numero A1964 e l'ing. Luca Macario, iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Cuneo con numero A1951, di predisporre il presente progetto per la realizzazione di una centrale idroelettrica nel Comune di Pieve di Teco (IM), poche centinaia di metri a valle del centro abitato del comune stesso. In tale progetto verranno prese in considerazione le istruzioni dettate nella relazione istruttoria n. S599 del 27/01/2016.

Nella presente Relazione idrologica, a seguito della descrizione delle principali caratteristiche geomorfologiche del bacino in esame, vengono riportate le principali caratteristiche idrologico-idrauliche della sezione in esame anche in considerazione delle istruzioni dettate nella relazione istruttoria n. S599 del 27/01/2016 a seguito di Decreto n. 267 del 28/01/2016 con il quale si pronuncia l'assoggettamento a V.I.A.:

- *la curva di durata delle portate naturali, disponibili e derivate, tale da permettere la valutazione dell'incidenza della derivazione ad uso idroelettrico oggetto del presente progetto sui deflussi naturali mensili del corso d'acqua;*
- *la portata di piena e i livelli idrici in corrispondenza della sezione oggetto dell'intervento in progetto, indispensabile per valutare la compatibilità idraulica dell'intervento in progetto.*

# 1 DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

## 1.1 Caratteristiche territoriali

Il bacino del Torrente Arroscia fa parte del più ampio bacino del fiume Centa che è formato dai due sottobacini dall'Arroscia-Lerrone e del Neva-Pennaria. La superficie dell'intero bacino è di 432 km² ed è divisa tra le provincie di Imperia, di Savona (Liguria) e la provincia di Cuneo (Piemonte): la parte imperiese ha una superficie di 210 km², quella savonese di 197 km², la frazione cuneese invece non supera i 25 km².




***Figura 1. Inquadramento territoriale***

Il bacino in esame si estende in direzione ovest-est ed ha forma irregolare, molto ampia nella parte alta e più ristretta in prossimità del limite di confine con la provincia di Savona. Il limite viene fisicamente costituito dal rio Cornareo (affluente sinistro) e rio Carpenti (affluente destro), che sfociano nel Torrente Arroscia nei pressi dell'abitato di Panterotto ad una quota di circa 100m s.l.m. Lungo lo spartiacque piemontese la fascia settentrionale confina con il bacino del Tanaro, a sud-ovest con il bacino del Torrente Argentina e a sud con quello del Torrente Impero. Il punto più alto dello spartiacque è rappresentato dal monte Frontè (2152 m) nell'estremo settore occidentale; procedendo poi da monte verso valle il limite del bacino è definito:

- *a nord da Cima Garlenda (2143 m.), Cima Cauretta (1800 m.), Poggio La Croce(1332 m.), Poggio S.Martino (1401 m.), Poggio Carpano (1401 m.); Poggio Ciappa del Cuco (1303), Colla dei Boschetti (1226 m.), Poggio*

*delle Forche (1193 m.), Poggio Possanghi (1174 m.), Colle di Nava (993 m.), Poggio richermo 81206 m.), Colla S.Bernardo (1057 m.), Monte Ariolo (1221 m.), Bric Castagnino /1216 m.), Passo di Prale (1243 m.), Colle Caprauna (1379 m.), Rocca delle Penne (1502 m.), Rocca Tramontina (1482 m.), Monte Bello (1318 m.), Rio Pennavaire, Cima Autero (852 m.)*

- *a sud da Colle di Garezzo (1771 m.), Cima dell'Ortica (1810 m.), Poggio Pearza (845 m.), Monte Moneta (1881 m.), Rocca dell'Agnello (1789 m.), Monte Bussana (1701 m.), Cima di Donzella (1636 m.), Monte Arborea (1549 m.), Carmo di Brocchi (1610 m.), Monte Pizzo (1418 m.), Monte Fenaira (1458 m.), Monte Carpasina (1413 m.), Monte Grande (1418 m.), S.Bernardo di Conio (987 m.), Monte Aurigo (1123 m.), Monte delle Vallasse (1207 m.), Monte Guardiabella (1219 m.), Picco Ritto (927 m.), Colle S.Bartolomeo (926 m.), Monte Mucchio di Pietre (770 m.), Torre d'Ubaga (827 m.), Monte Riondo (771 m.).*

La conformazione del bacino, in base all'altimetria, alla tipologia di vegetazione e alla scarsa antropizzazione di ampie porzioni di territorio, è prevalentemente di tipo montana, caratterizzato da versanti con forte pendenza media e con creste erte e diramate; più molli e depresse risultano invece le forme a valle dell'abitato di Pieve di Teco dove sono presenti depositi alluvionali di fondovalle, con terrazzi fluviali. La porzione di bacino oggetto di studio, con sezione di chiusura considerata in corrispondenza della traversa fluviale esistente ubicata a valle del centro abitato di Pieve di Teco, ricade nell'ambito 9 "Ponente" definito dall'Autorità di Bacino di interesse regionale ed è quasi interamente ubicata nel territorio dell'Imperiese.

## 1.2 Reticolo idrografico

Il torrente Arroscia che rappresenta uno degli affluenti principali del Fiume Centa, nasce nei pressi dell'abitato di Poilarocca ad una quota di circa 1400 m. s.l.m. e si snoda con andamento sinuoso secondo una direzione W-E. Il reticolo idrografico si presenta di tipo detritico, con le aste principali dei torrenti disposte a raggiera, e si apre a ventaglio dall'abitato di Ponterotto verso monte. L'organizzazione del reticolo evidenzia spesso valli parallele la cui impostazione sembra dettata da eventi tettonici, in particolare da una serie di faglie con direttrice NE-SW; talvolta si comporta differentemente seguendo percorsi dettati probabilmente dalla diversa erodibilità dei terreni. Il corso d'acqua principale accoglie nei pressi di Pieve di Teco il Torrente Arogna (tributario sinistro) e poco più a valle il Torrente Giara di Rezzo (tributario destro); i corsi d'acqua citati rappresentano i due sottobacini principali. Il primo è separato dalla dorsale individuata principalmente da Poggio Richermo (1206 m.), Monte Bellarasco (1180 m.) e Monte S.Bernardo (813 m.); il secondo dal Monte Moneta (1881 m.), Poggi Pian Latte (1780 m.), Monte Bisciaire (1521 m.), Monte Prebarba (1445 m.), Monte Ciazza del Bauso (1230 m.), Monte dell'Averna (1044 m.), Pizzo Acuto (931 m.) e Monte

Baraccone (856 m.) Nel caso in esame si può osservare una buona organizzazione dei corsi d'acqua che confluiscono per dar origine a corsi d'acqua maggiori.

## 1.3 Aspetti geologici

Il bacino oggetto di studio è caratterizzato geologicamente da una discreta percentuale in affioramento di diverse litologie; le formazioni affioranti appartengono ai Domini Brianzonese, Piemontese e Piemontese-Ligure ed alle coperture tardo-orogene. La struttura tettonica generale del sistema è caratterizzata dal contatto tra la Zona dei Flysch nella porzione meridionale e la zona Brianzonese e Piemontese nella parte settentrionale. La zona dei Flysch della Liguria occidentale è costituita da un gruppo di quattro unità, il suo affioramento forma un grosso triangolo con vertice nella zona del colle di Tenda e base parallela alla costa tra Alberga e Bordighera. L'unità di Colla Domenica-Leverone comprende terreni che la rappresentano sia con la formazione di Albenga, sulla quale giace, sia con la successione di Borghetto-Alassio, dalla quale è ricoperta. Affiora in limitate aree tra Garlenda, Ortovero e Pogli ed è rappresentata da argilliti grigio scuro e calcari simili a quelli di Ubaga. L'unità di Borghetto d'Arroscia-Alassio affiora estesamente tra Capo Santa Croce e Alassio e tra Monte Bignone e Punta Vegliasco, per poi restringersi verso Garldena.

## 1.4 Caratteristiche geomorfologiche

Le principali caratteristiche geomorfologiche del bacino del Torrente Arroscia alla sezione di chiusura considerata, ubicata in corrispondenza della traversa fluviale esistente, nei pressi del centro abitato di Pieve di Teco (IM) sono le seguenti:

*Superficie bacino imbrifero:* ***84,70*** *km²*
*Altezza massima bacino:* ***2152*** *m. s.l.m*
*Altezza sezione di chiusura:* ***225,90*** *m. s.l.m.*
*Lunghezza asta principale:* ***14,12*** *km*
*Pendenza media asta fluviale:* ***3-4%***

# 2 IDROLOGIA

Il presente capitolo dimostra, attraverso la classificazione idrologica dell'area su cui il progetto viene sviluppato, come la derivazione richiesta si inserisca in un sistema di razionale utilizzo del corso d'acqua e del relativo bacino imbrifero, interessati dall'intervento in progetto. Per le valutazioni idrologiche si è fatto riferimento al Piano di Bacino stralcio sul Bilancio Idrico del Torrente Arroscia e ai valori registrati nel periodo dalla stazione idrometrica di Pogli, poco distante dal centro abitato di Ortovero.

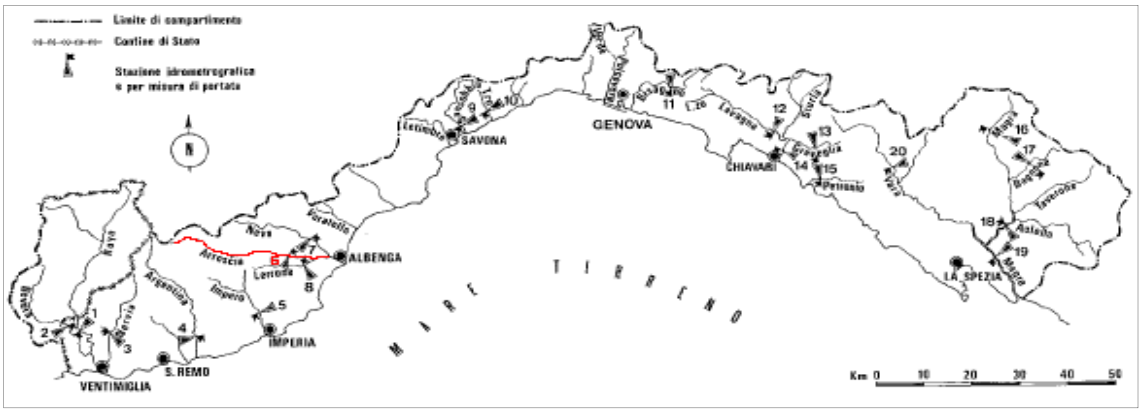



***Figura 2. Carta delle stazioni idrometriche della Regione Liguria.***

## 2.1 Generalità

Nel caso in esame si è ritenuto più corretto utilizzare i dati registrati per la stazione di Pogli anziché procedere ad una valutazione delle portate tramite l'analisi delle precipitazioni ricorrendo ad un modello di afflussi-deflussi. Questo metodo, infatti, risulta notevolmente più impreciso per l'arbitrarietà dei coefficienti che concorrono nel modello di analisi. Si precisa che la stazione di Pogli presenta un bacino idrologico di 202 km$^2$, mentre il bacino relativo alla sezione di chiusura in prossimità dell'impianto in progetto è di 84,70 km$^2$. Considerando tale differenza di superficie del bacino imbrifero, si provvede ad una variazione proporzionale all'area afferente dei valori di portata registrata. Si sottolinea inoltre il fatto che la scelta, dal punto di vista della valutazione delle portate derivabili, risulta essere cautelativa. I valori di portata utilizzati per il dimensionamento dell'opera di presa sono infatti al più leggermente inferiori di quelli che si potrebbero avere realmente, piccola differenza dovuta all'ipotizzare il contributo specifico di deflusso della porzione di bacino non considerata pari al contributo specifico della restante parte del bacino. In realtà man mano che ci si sposta verso valle il solido di pioggia diminuisce con conseguente diminuzione delle portate specifiche valutate a km$^2$.

## 2.2 Calcolo delle portate attraverso la stazione di Pogli

Si riportano le principali caratteristiche della stazione di Pogli.

*Bacino di dominio:* ***202,00*** *Km² (permeabile per il 2 %)*

*Altitudine massima del bacino:* ***2.141*** *m s.l.m. (Cima Garlenda)*

*Altitudine media del bacino:* ***700*** *m s.l.m.*

*Zero idrometrico:* ***59,80*** *m s.l.m.*

*Distanza dalla confluenza nel Centa:* ***10,4*** *Km*

*Inizio osservazioni:* *1 maggio 1922*

*Inizio misure:* *1 maggio 1922*

**Dati riferiti al periodo 1925-1994**

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Altezze idrometriche:* | *massima* | *7,10 m* | *(6 nov 1994)* |
| | *minima* | *-0,34 m* | *(settembre - ottobre 1970)* |
| *Portate:* | *massima* | *730 m³/s* | *(6 novembre 1994)* |
| | *minima* | *0,12 m³/s* | *(23 agosto 1963)* |
| | *media* | *4,28 m³/s* | *(1925-1994)* |

Seguono le tabelle con i valori registrati e i grafici relativi alla variazione della portata minima, massima e media mensile per il periodo 1925-1994 nella stazione di misura di Pogli.

| | 1925÷43, 46÷58, 61, 63÷75, 90÷94 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Gen** | **Feb** | **Mar** | **Apr** | **Mag** | **Giu** | **Lug** | **Ago** | **Set** | **Ott** | **Nov** | **Dic** | **Anno** |
| **Qmax [m³/s]** | 117,00 | 169,00 | 177,00 | 146,00 | 167,00 | 140,00 | 245,00 | 21,70 | 196,00 | 192,00 | 169,00 | 268,00 | 268,00 |
| **Qmedia [m³/s]** | 4,56 | 6,01 | 6,92 | 6,48 | 5,82 | 2,76 | 1,37 | 0,71 | 1,55 | 2,77 | 7,33 | 5,45 | 4,28 |
| **Qminima [m³/s]** | 0,82 | 2,08 | 2,82 | 1,67 | 1,66 | 0,64 | 0,36 | 0,18 | 0,23 | 1,25 | 0,23 | 0,20 | 0,18 |
| **Qmedia [l/s/km²]** | 22,59 | 29,78 | 34,22 | 32,11 | 28,78 | 13,65 | 6,74 | 3,55 | 7,77 | 13,72 | 36,30 | 27,00 | 21,16 |
| **Deflusso [mm]** | 60,44 | 71,92 | 91,75 | 83,19 | 77,05 | 35,30 | 18,03 | 9,38 | 20,05 | 36,81 | 94,10 | 72,20 | 667,85 |
| **Afflusso [mm]** | 83,89 | 98,02 | 103,11 | 97,10 | 94,32 | 67,44 | 44,48 | 47,45 | 98,89 | 118,19 | 180,59 | 103,42 | 1136,90 |
| **Coeff.deflusso [-]** | 0,72 | 0,73 | 0,89 | 0,86 | 0,82 | 0,52 | 0,41 | 0,20 | 0,20 | 0,31 | 0,52 | 0,70 | 0,59 |

***Tabella 1. Valori idrologici medi mensili riferiti alla stazione di Pogli 1925-1994.***

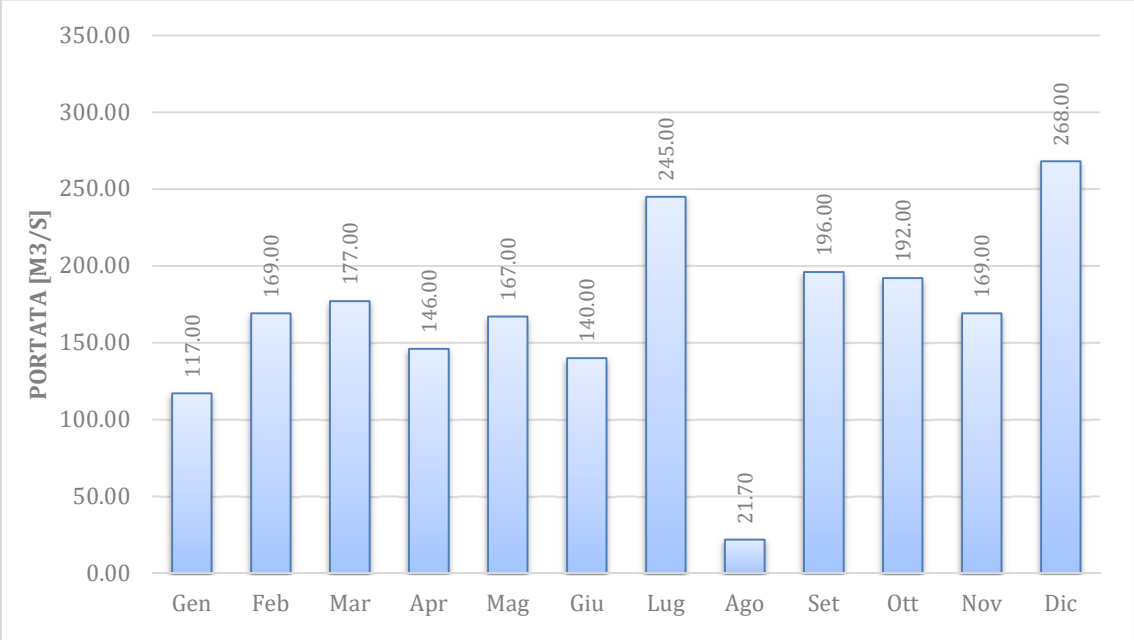



***Figura 3. Portate massime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1994.***

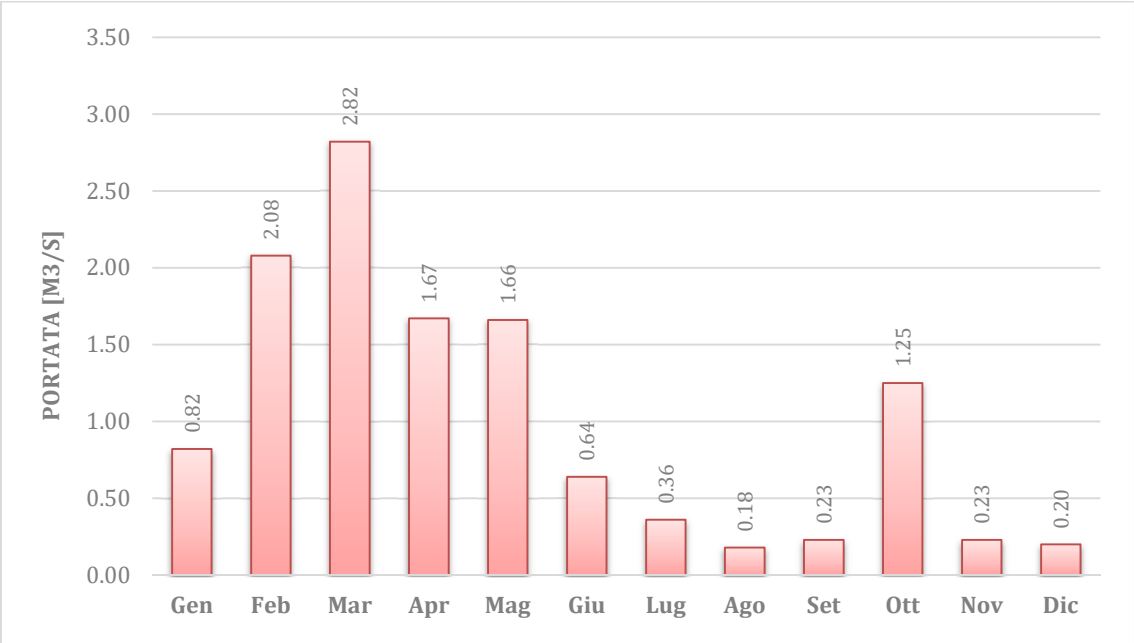



***Figura 4. Portate minime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1994.***

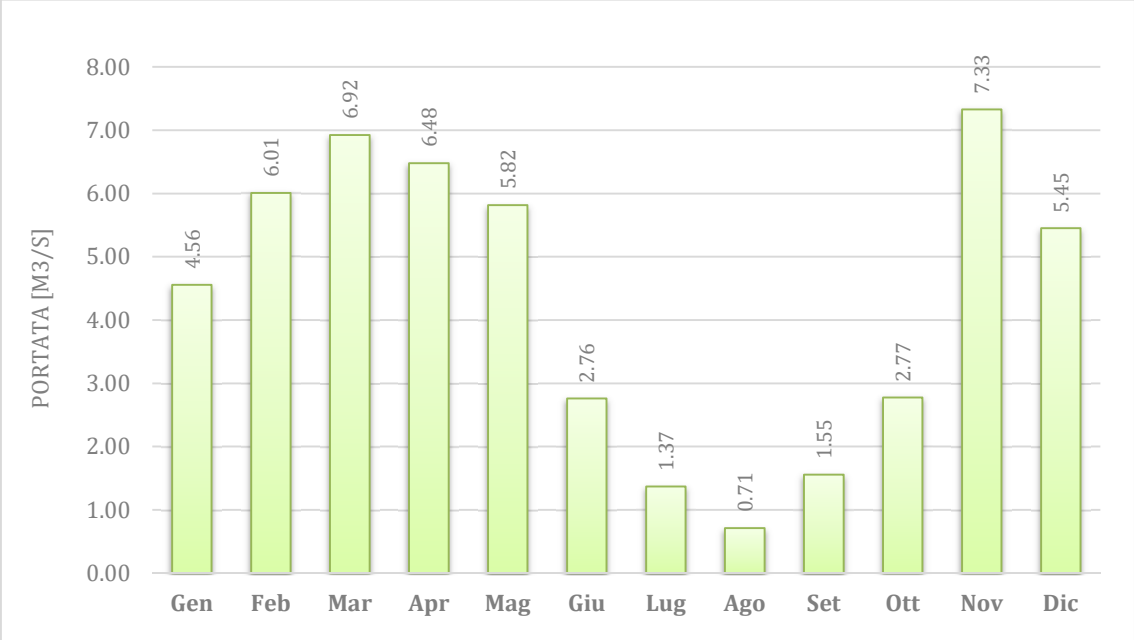



***Figura 5. Portate medie mensile relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1994.***

Fa eccezione la curva di durata delle portate che è stata riportata solamente per il periodo 1925-1993, in quanto per l'anno 1994 non sono state effettuate misurazioni per tutto l'anno e di conseguenza non si è potuto ricavare la curva di durata.

| DURATA DELLE PORTATE | |
|---|---|
| **Giorni** | **1925-1993** |
| | **[m³/s]** |
| **10** | **22,49** |
| **30** | 9,36 |
| **60** | 6,09 |
| **91** | 4,37 |
| **135** | 2,94 |
| **182** | 1,95 |
| **274** | 0,94 |
| **355** | 0,36 |

***Tabella 2. Curva di durata delle portate per la stazione di Pogli 1925-1993.***

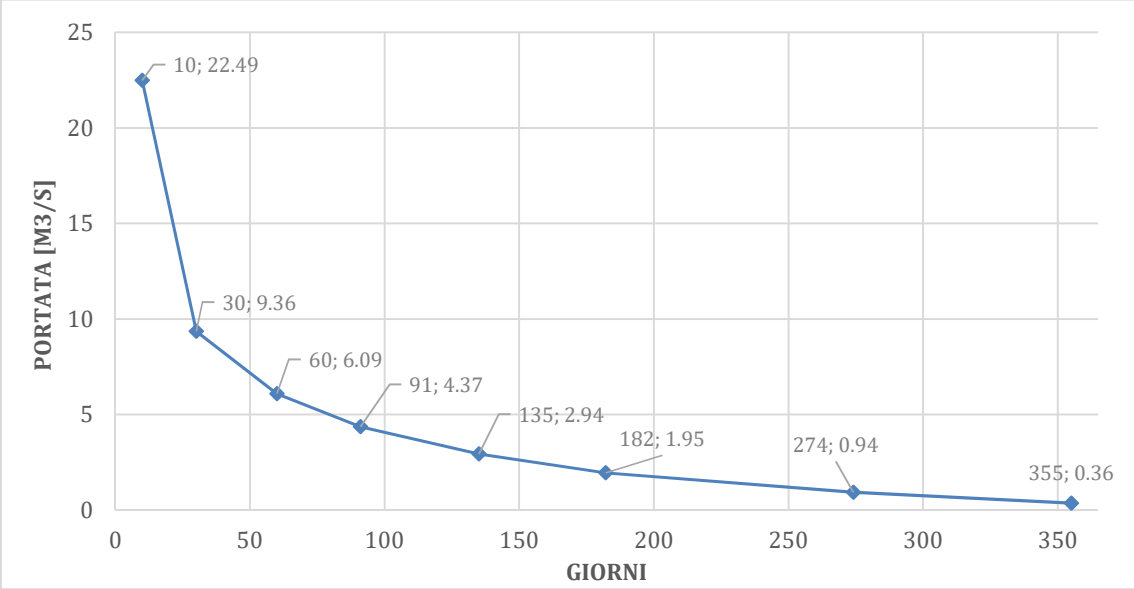



***Figura 6. Curva di durata delle portate relativa alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1993.***

Oltre ai dati derivanti dalla stazione di Pogli oggi dismessa, sono stati presi in considerazione i dati derivanti dalla nuova stazione di misura gestita dall' ARPAL. Le caratteristiche della nuova e della vecchia stazione sono tabulati a seguito. La stazione gestita dall'ARPAL ha misurato solamente in tre anni: 1996, 2004, 2005 e 2006. Se ne conclude che i quattro anni menzionati non sono sufficienti ad effettuare una completa analisi statistica; per questo motivo si ritengono significativi per lo studio idrologico il periodo di registrazione 1925-1970.

| ***Dati riferiti al periodo 1925-1994*** | ***Dati riferiti al periodo 1996,2004-2006*** |
|---|---|
| *Bacino di dominio: 202,00 Km² (permeabile per il 2 %)* | *Bacino di dominio: 202,00 Km² (permeabile per il 2 %)* |
| *Altitudine massima del bacino: 2.141 m s.l.m. (Cima Garlenda)* | *Altitudine massima del bacino: 2.141 m s.l.m. (Cima Garlenda)* |
| *Altitudine media del bacino: 700 m s.l.m.* | *Altitudine media del bacino: 700 m s.l.m.* |
| *Zero idrometrico: 59,80 m s.l.m.* | *Zero idrometrico: 59,35 m s.l.m.* |
| *Distanza dalla confluenza nel Centa: 10,4 Km* | *Distanza dalla confluenza nel Centa: 10,4 Km* |
| *Inizio osservazioni: gennaio 1922* | *Inizio osservazioni: gennaio 1996* |
| *Inizio misure: maggio 1922* | *Altezze idrometriche:* |
| *Altezze idrometriche:* | *massima 4,25 m (08 dicembre 2006)* |
| *massima 7,10 m (6 nov 1994)* | *minima 0,11 m (06 settembre 2005)* |
| *minima -0,34 m ( settembre .- ottobre. 1970)* | |
| *Portate:* | *Portate:* |
| *massima 710 m³/s (6 novembre 1994)* | *massima 379 m³/s (08 dicembre 2006)* |
| *minima 0,12 m³/s (23 agosto 1963)* | *media 0,2 m³/s (27 settembre 2004)* |
| *media 4,28 m³/s (1931-1994)* | |

***Tabella 3 Stazioni di misura a Pogli di Ortovero.***

### 2.2.1 Analisi delle portate naturali

Le misure di portata sono relative al periodo 1925 -1994 come riportato negli Annali Idrologici. Da una loro sommaria analisi si evince che le precipitazioni, così come è caratteristico del clima continentale, hanno due massimi annuali: uno primaverile (marzo) e l'altro autunnale (novembre). Nel periodo primaverile le precipitazioni si distribuiscono nel tempo ma con bassa intensità, cosicché i deflussi conseguenti risultano regolari e difficilmente si arriva a portate massime elevate. Nel periodo autunnale, invece, le precipitazioni sono più violente; dando origine a deflussi ragguardevoli e, occasionalmente, ad eventi di piena improvvisi e violenti; fatto da imputarsi alla conformazione della valle ed alla struttura propria del terreno, caratterizzato da un elevato coefficiente di deflusso. Valori elevati di portata massima sono anche stati registrati nel periodo estivo, in cui fenomeni brevi ma molto intensi possono generare portate considerevoli. Le portate medie registrate nel periodo estivo, in particolar modo luglio-settembre, tuttavia, risultano notevolmente inferiori rispetto ai valori medi degli altri mesi dell'anno.

Il minimo storico della portata defluita nella sezione di Pogli è stato di 0,12 $m^3/s$ per il giorno 23 agosto 1963, la massima portata al colmo registrata è stata di 710 $m^3/s$ per il giorno 6 novembre 1994. Dalla Scala di durata delle portate relativa al Torrente Arroscia si può dedurre che il deflusso in alveo per 355 giorni/anno è di 0,36 $m^3/s$.

### 2.2.2 Analisi delle portate disponibili e derivate nella relazione istruttoria n. S599 del 27/01/2016

In riferimento delle istruzioni dettate nella relazione istruttoria n. S599 del 27/01/2016 a seguito di Decreto n. 267 del 28/01/2016 con il quale si pronuncia l'assoggettamento a V.I.A. della pratica:

"…. si è ritenuto più corretto riferirsi ai dati delle portate regionalizzati piuttosto che al sito singolo. Facendo quindi riferimento al Piano di bacino – stralcio idrico del T. Arroscia, sviluppato dalla provincia di Imperia e fatto proprio del PTA, riporta, come da relazione istruttoria n. S599, per la sezione di Pogli:

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Q Pogli** | 5,588 | 7,038 | 7,438 | 5,692 | 3,449 | 0,735 | 0,175 | 0,056 | 0,092 | 4,527 | 10,396 | 8,791 |

***Tabella 4 Portate medie mensili alla stazione idrometrica di Pogli da Piano di Tutela delle Acque.***

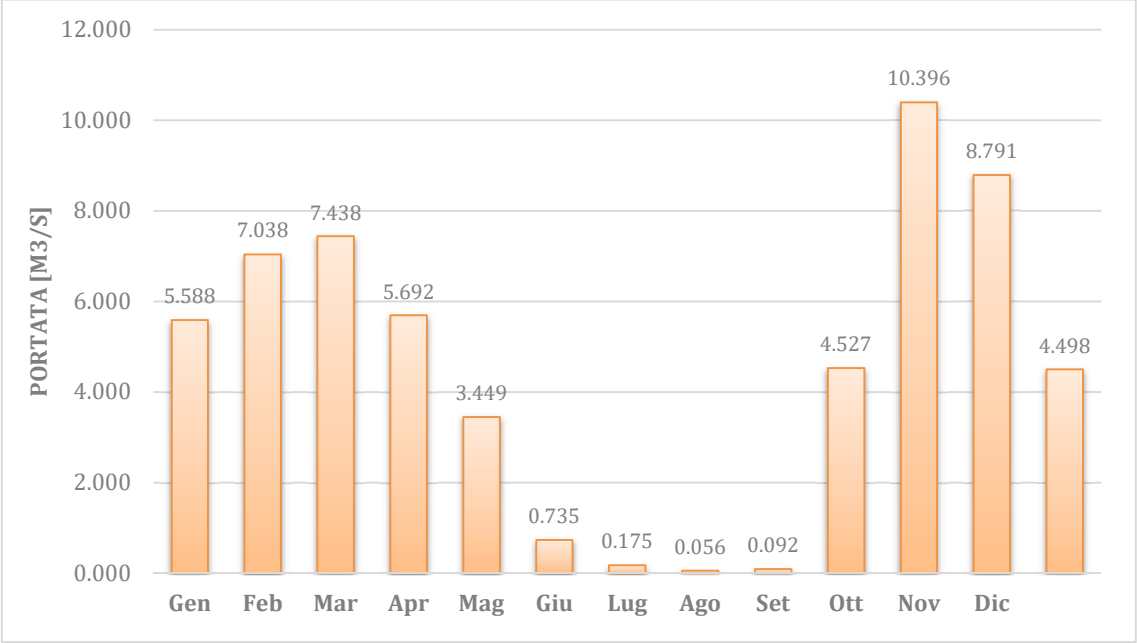



***Figura 7. Portate medie mensile relative alla stazione idrometrica di Pogli da Piano di Tutela delle Acque***

La curva di durata è invece:

| Giorni | Q Pogli |
|---|---|
| [gg] | [m³/s] |
| 60 | 6,547 |
| 90 | 4,732 |
| 120 | 3,578 |
| 150 | 2,721 |
| 182 | 2,135 |
| 210 | 1,677 |
| 240 | 1,333 |
| 270 | 1,035 |
| 300 | 0,802 |
| 330 | 0,609 |

***Tabella 5 Curva di durata delle portate alla stazione idrometrica di Pogli da Piano di Tutela delle Acque.***

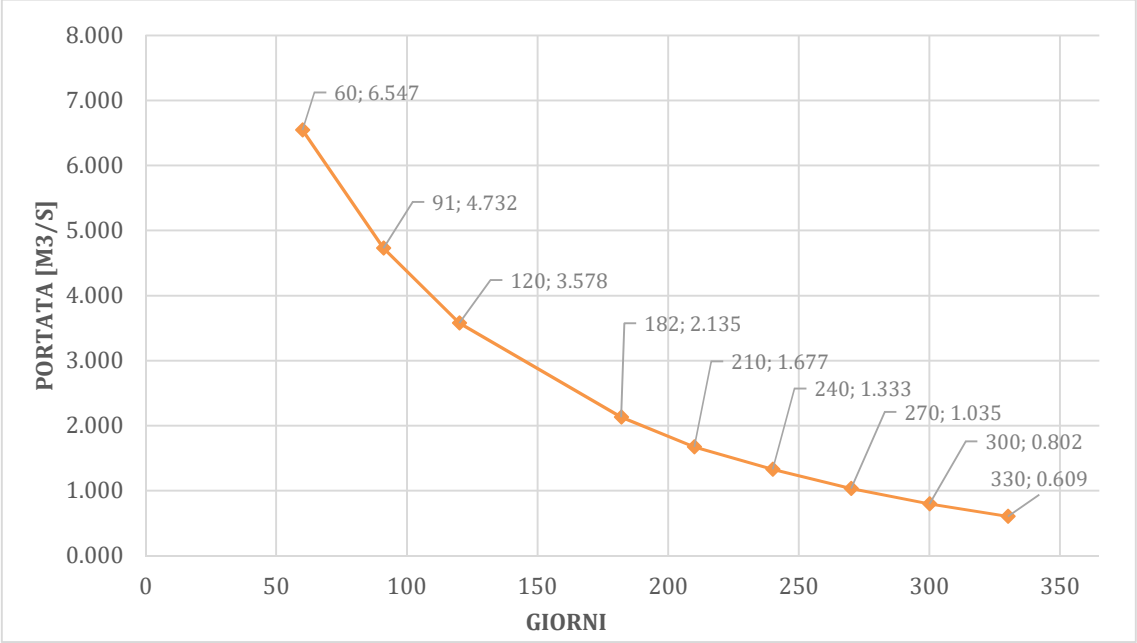



***Figura 8. Curva di durata delle portate relativa alla stazione idrometrica di Pogli da Piano di Tutela delle Acque***

Si riportano a seguito i confronti tra i valori stimati dagli annali di misura ed i valori definiti da Piano di Tutela delle Acque sia per quanto riguarda i valori di portata media mensile sia per quanto riguarda la curva di durata delle portate.

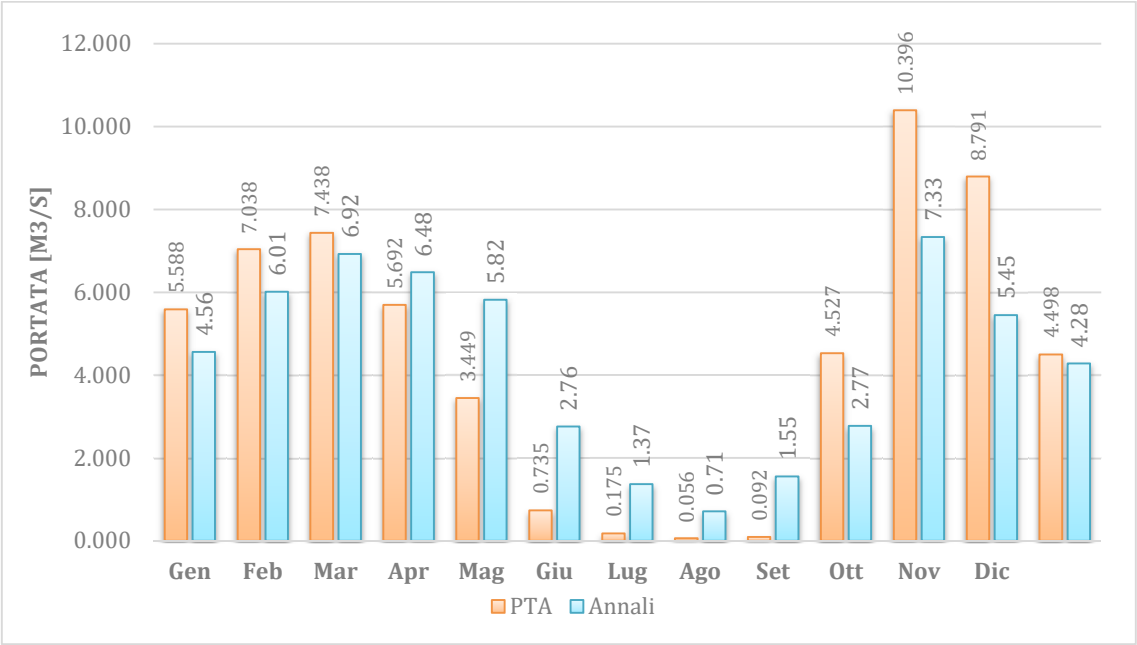



***Figura 9. Confronto delle portate medie mensile relative alla stazione idrometrica di Pogli (annali idrologici e valori definiti da PTA).***

Dal confronto tra le portate medie mensili di Piano e di progetto si rilevano maggiori valori nel Piano rispetto ai dati di Pogli, salvo nel periodo estivo in cui la media dei valori registrati risulta

notevolmente più elevata. In particolare le portate di Piano risultano sensibilmente maggiori nel periodo novembre-marzo, salvo il valore di marzo, pressoché coincidente, mentre minori sono quelli estivi (aprile-settembre). Le differenze, restituiscono tuttavia un valore medio annuo simile e, quindi, confermando la produzione energetica media annua prevista.

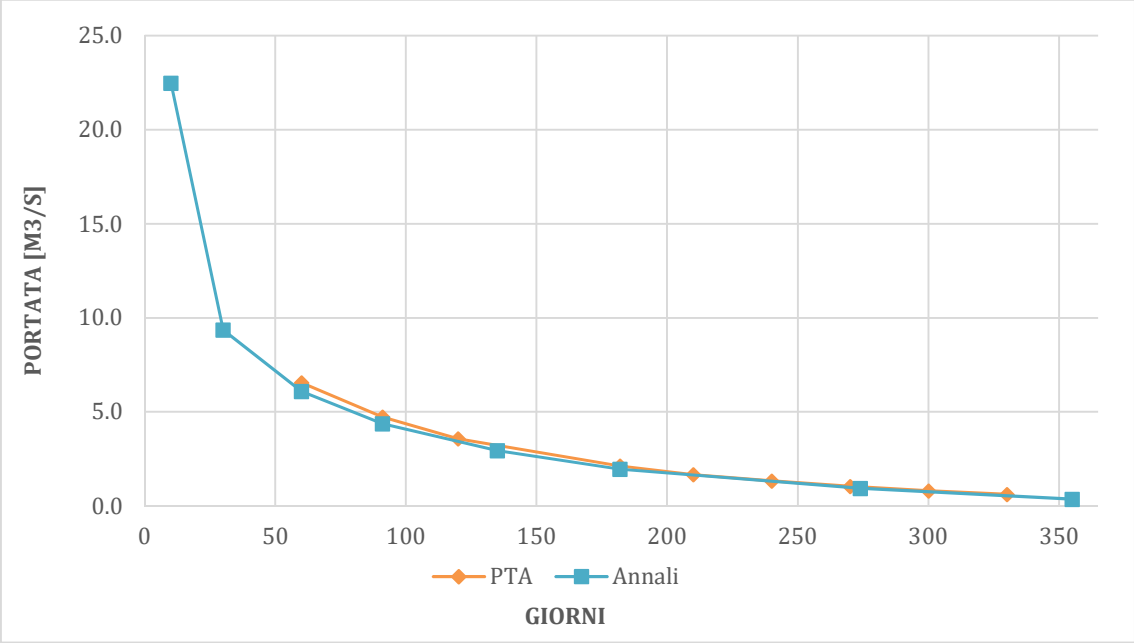



***Figura 10. Confronto delle curve di durata delle portate alla stazione idrometrica di Pogli (Annali idrologici e PTA)***

In sintesi, per quanto riguarda il dimensionamento non sia stato effettuato sulle portate ufficiali di cui al PTA adottato dalla Regione Liguria, si rileva che la disponibilità idrica media annua stimata nel progetto risulta prossima a quella derivante dalla regionalizzazione. Inoltre, il periodo di produzione (autunno-primavera) le portate risultano eccedenti rispetto a quanto previsto, a maggior garanzia di impatto ambientale contenuto." *Si ritengono pertanto valide le stime effettuate sugli annali idrologici a partire dalla stazione di Pogli; queste saranno utilizzate per tutte le successive trattazioni riguardanti la stima alla sezione di Pieve di Teco dove è in progetto l'impianto idroelettrico, le stime di produzioni dell'impianto, ecc.*" Si sono utilizzate le portate stimate dagli annali idrologici al posto di quelle definite dal PTA poiché restituiscono valori inferiori (seppur minimi) di portata media turbinale e di produzioni e di conseguenza si è ritenuto più cautelativo il loro utilizzo.

## 2.3 Analisi delle portate disponibili e derivate alla sezione di Pieve di Teco

Alla luce dell'analisi delle portate naturali registrate a Pogli si calcolano i valori delle portate disponibili e derivate dall'impianto idroelettrico di progetto a Pieve di Teco. Nella valutazione delle portate naturali e disponibili si è tenuto in considerazione un coefficiente riduttivo delle portate registrate dalla stazione idrometrica di Pogli ottenuto dividendo l'area del bacino imbrifero in esame per la superficie complessiva sottesa dalla stazione idrometrica stessa.

$$Q_{PievediTeco} = Q_{POGLI} \cdot \frac{S_{PievediTeco}}{S_{POGLI}}$$

I risultati sono riportati in forma numerica nella seguente tabella.

| | Annali | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Gen** | **Feb** | **Mar** | **Apr** | **Mag** | **Giu** | **Lug** | **Ago** | **Set** | **Ott** | **Nov** | **Dic** | **Anno** |
| **Qmedia Pogli [m³/s]** | 4,559 | 6,010 | 6,924 | 6,482 | 5,816 | 2,759 | 1,367 | 0,711 | 1,555 | 2,774 | 7,330 | 5,450 | 4,311 |
| **Qmedia Pieve [m³/s]** | 1,912 | 2,520 | 2,903 | 2,718 | 2,439 | 1,157 | 0,573 | 0,298 | 0,652 | 1,163 | 3,074 | 2,285 | 1,808 |
| **DMV [m³/s]** | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 |
| **Qdisponibile [m³/s]** | 1,797 | 2,405 | 2,788 | 2,603 | 2,324 | 1,042 | 0,458 | 0,183 | 0,537 | 1,048 | 2,959 | 2,170 | 1,693 |
| **Qturbinabile [m³/s]** | 1,797 | 2,405 | 2,788 | 2,603 | 2,324 | 1,042 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,048 | 2,959 | 2,170 | 1,595 |
| **Qrilasciabile [m³/s]** | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,573 | 0,298 | 0,652 | 0,115 | 0,115 | 0,115 | 0,213 |

***Tabella 6. Valori di portata medie mensili naturale, derivata e rilasciata a Pieve di Teco e portata naturale a Pogli.***

| DURATA DELLE PORTATE [m³/s] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Giorni** | **Pogli** | **Pieve** | **DMV** | **Disponibile** | **Turbinabile** | **Rilasciabile** |
| **10** | 22,490 | 9,430 | 0,115 | 9,315 | 3,500 | 5,930 |
| **30** | 9,360 | 3,925 | 0,115 | 3,810 | 3,500 | 0,425 |
| **60** | 6,090 | 2,554 | 0,115 | 2,439 | 2,439 | 0,115 |
| **91** | 4,370 | 1,832 | 0,115 | 1,717 | 1,717 | 0,115 |
| **135** | 2,940 | 1,233 | 0,115 | 1,118 | 1,118 | 0,115 |
| **182** | 1,950 | 0,818 | 0,115 | 0,703 | 0,703 | 0,115 |
| **274** | 0,940 | 0,394 | 0,115 | 0,279 | 0,000 | 0,394 |
| **355** | 0,360 | 0,151 | 0,115 | 0,036 | 0,000 | 0,151 |

***Tabella 7. Curva di durata delle portate naturali e derivate e rilasciate a Pieve di Teco e portata naturale a Pogli.***

Nella figura sottostante vengono riassunti e rappresentati, infine, i valori di portata derivata e rilasciata sulla base dei valori medi mensili.

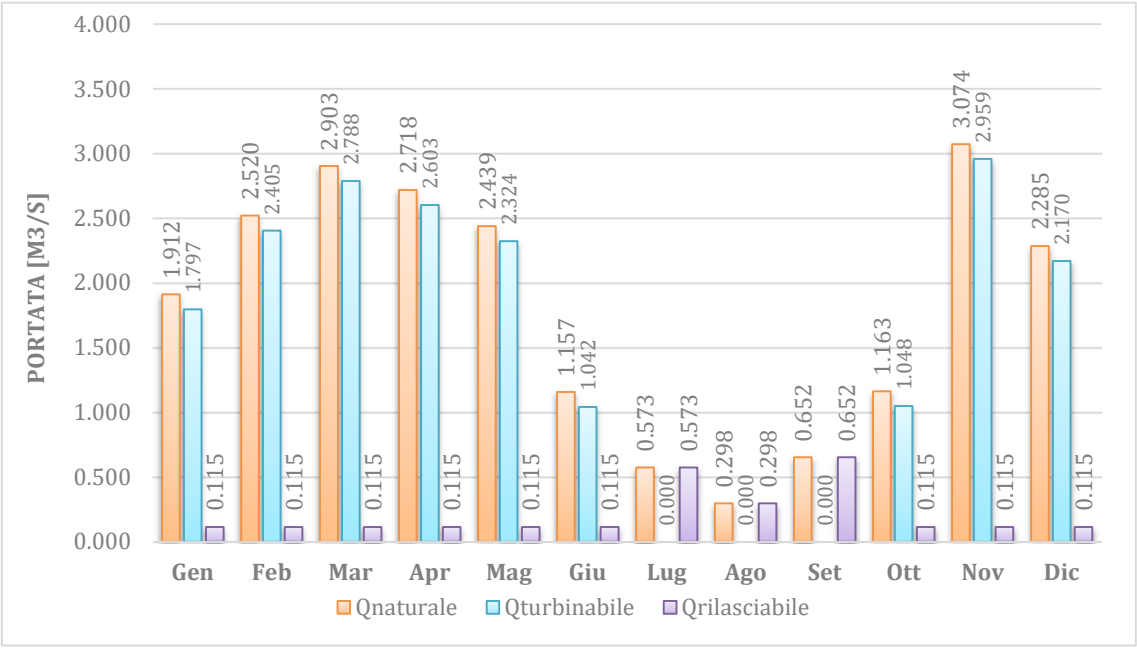



***Figura 11. Valori di portata naturale, derivata e rilasciata a Pieve di Teco***

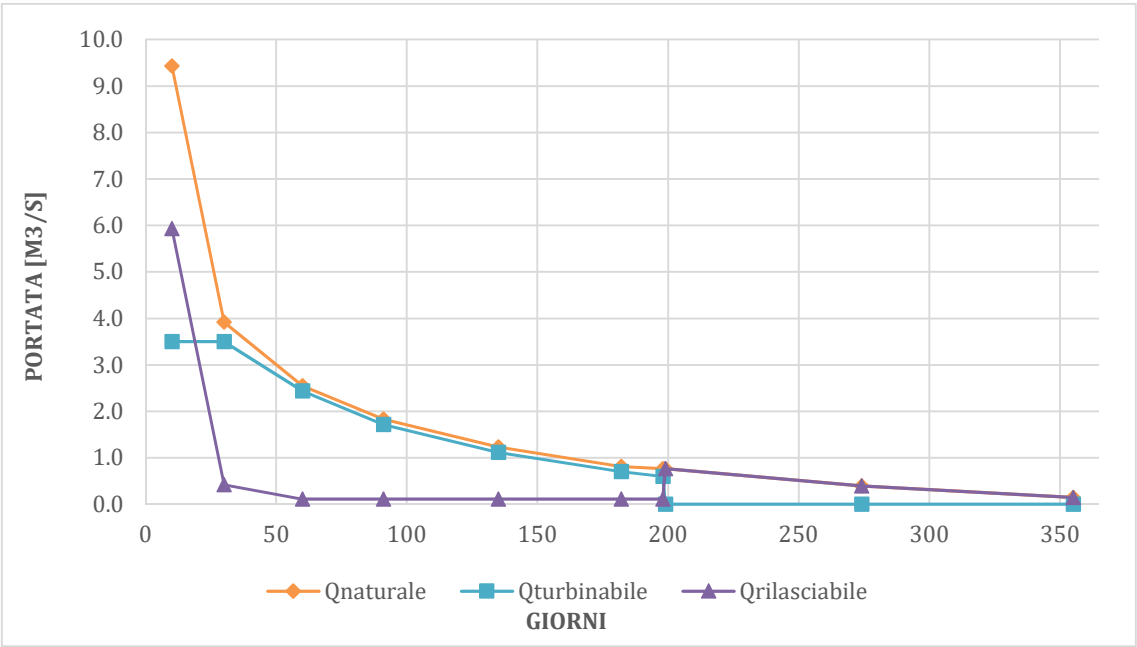



***Figura 12. Curva di durata della portata naturale, turbinabile e rilasciabile alla derivazione a Pieve di Teco.***

Nel grafico precedente è rappresentato sotto forma di curva di durata l'andamento della portata naturale, della portata turbinabile e rilasciabile dall'impianto in progetto.

Dalla figura si evince che la portata massima derivata è di 3,5 $m^3/s$ risulta disponibile per un periodo superiore a 30 giorni/anno. Dividendo inoltre il volume totale derivato, di circa 32.319.000 $m^3$ (area sottesa dalla curva delle portate derivate nel grafico precedente), per l'intero periodo di derivazione (01-gennaio/31-dicembre), si ottiene la portata derivata media annua derivata, pari a 1,02$m^3/s$. Come si evince dalla tabella e dal grafico riportati precedentemente la portata derivabile non supera mai la portata disponibile, a dimostrazione che la derivazione richiesta si inserisce in un sistema di razionale utilizzo del corso d'acqua oggetto dell'intervento (Torrente Arroscia) e del relativo bacino imbrifero. Si evidenzia, inoltre, che la portata prelevata viene restituita al corso d'acqua immediatamente a valle del punto di prelievo, ovvero 10 m circa a valle della soglia esistente. A conclusione dell'analisi idrologica si afferma, pertanto, che il prelievo richiesto, oltre ad essere, compatibile con le portate naturali disponibili, non altera in alcun modo il regime idrologico del bacino stesso a valle della sezione considerata.

## 2.4 Sostenibilità della derivazione sul bilancio idrico

In questo capitolo si definiranno le modalità, a garanzia, del mantenimento in alveo di tutta la quota inferiore non produttiva. La turbina dell'impianto è progettata e costruita con la possibilità di turbinare una **portata massima pari a 3,50 $m^3/s$.** In condizioni di magra, la macchina permetterà di avere un **valore minimo di portata turbinata pari circa a 0,650 $m^3/s$.** Questo valore viene imposto dalle condizioni di rendimento della macchina, la quale sotto questo livello di soglia non si comporterebbe più nelle condizioni ottimali di funzionamento. Come scritto precedentemente il valore del **DMV** che dovrà sempre essere garantito in qualsiasi fase all'interno dell'alveo **è pari a 115 l/s. Date queste premesse la centrale verrà messa in funzione solo quando la portata in arrivo alla traversa sarà pari o superiore al DMV+ $Q_{MIN}$ pari a 765 l/s. Nella condizione in cui la portata affluente sia inferiore a questo valore si assicurerà il transito del DMV attraverso la scala di rimonta per l'ittiofauna e la portata accendente stramazzerà lungo la traversa esistente.**

## 2.5 Sostenibilità della derivazione sul bilancio idrico

La derivazione oggetto della presente richiesta presenta le seguenti caratteristiche:

1 ***portata massima derivata*** = 3,50 $m^3/s$ disponibile per più di 30 gg/anno;
2 ***portata media derivata*** = 1,02 $m^3/s$
3 ***portata minima derivata*** = 0,650 $m^3/s$ disponibile fino a circa 200 gg/anno;

Si riportano nella seguente tabella i valori della portata ed i volumi effettivamente derivati.

| DURATA DELLE PORTATE [m³/s] | | | | | | | VOLUME [m³/s] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Giorni** | **Pogli** | **Pieve** | **DMV** | **Disponibile** | **Turbinabile** | **Rilasciabile** | **Turbinabile** |
| **10** | 22,490 | 9,430 | 0,115 | 9,315 | 3,500 | 5,930 | 3024000 |
| **30** | 9,360 | 3,925 | 0,115 | 3,810 | 3,500 | 0,425 | 6048000 |
| **60** | 6,090 | 2,554 | 0,115 | 2,439 | 2,439 | 0,115 | 7696399 |
| **91** | 4,370 | 1,832 | 0,115 | 1,717 | 1,717 | 0,115 | 5565649 |
| **135** | 2,940 | 1,233 | 0,115 | 1,118 | 1,118 | 0,115 | 5389022 |
| **182** | 1,950 | 0,818 | 0,115 | 0,703 | 0,703 | 0,115 | 3696162 |
| **198** | 1,768 | 0,765 | 0,115 | 0,650 | 0,650 | 0,115 | 900391 |
| **199** | 1,766 | 0,764 | 0,115 | 0,649 | 0,000 | 0,764 | 0 |
| **274** | 0,940 | 0,394 | 0,115 | 0,279 | 0,000 | 0,394 | 0 |
| **355** | 0,360 | 0,151 | 0,115 | 0,036 | 0,000 | 0,151 | 0 |
| | | | | | | **SOMMA** | **32.319.623** |

***Tabella 8. Curve riassuntive della sostenibilità alla derivazione, con quantificazione dei volumi.***

## 2.6 Definizione del DMV

Il primo atto della Regione Liguria in tema di tutela dei corpi idrici consiste nella L.R. 28 gennaio 1993, n. 9, in applicazione alla legge 18 maggio 1989, n. 183 che nelle more di approvazione degli specifici Piani di bacino, indicava le prime necessità di difesa del suolo e di gestione della rete idrica. Sempre ai sensi della predetta legge 183/89, in particolare di quanto prescritto dall'art. 17 c.6 ter, e della specifica norma di tutela delle acque, il Decreto Legislativo 152/99, la Regione Liguria elaborava la D.G.R. n. 1146/04 per approvare i criteri per la redazione dei Piani di bacino stralcio sul bilancio idrico. Tali criteri, contestualizzati alle specificità locali della Regione Liguria, discendevano dalle linee guida predisposte dal Ministero dell'Ambiente al fine di assicurare a livello nazionale un approccio uniforme al problema del bilancio idrico ovvero della quantificazione e gestione della risorsa idrica.

Dall'applicazione di tali criteri, in un lavoro condiviso tra Regione e Province liguri, sono derivati i Piani di Bacino - Stralci Idrici, che hanno costituito il riferimento normativo rispetto alla gestione della risorsa idrica fino all'approvazione del presente Piano di Tutela e costituiscono anche la raccolta degli studi ed analisi di bilancio idrico di riferimento per la normativa attuale. È infatti da rilevare che il predetto Decreto 152/99, recante "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane, e della Direttiva 91/676/CEE, concernente la protezione delle acque da inquinamento da nitrati provenienti

da attività agricole", prescriveva che lo strumento per la gestione della risorsa idrica a livello regionale fosse il Piano di Tutela delle Acque. Coerentemente, la Regione Liguria ha approvato, con DGR. n. 1705 del 18/12/2003, l'iter procedurale e i contenuti del Piano di Tutela, oltre all'elenco dei corpi idrici significativi sia superficiali che sotterranei (Carta di Individuazione dei corpi idrici). Il 21 gennaio 2005 la Giunta ha proposto al Consiglio di approvare lo schema di Piano Regionale di Tutela delle Acque, così come modificato in seguito all'inchiesta pubblica. Con deliberazione n. 1537/2010 infine, a seguito dell'evoluzione normativa, è stato predisposto il testo coordinato del Piano di tutela. Successivamente, con D.G.R. n. 1525/2011 è stato approvato, in base al D.M. n. 56/2009, il programma di monitoraggio di sorveglianza e operativo per le acque superficiali riferito al sessennio 2009-2014, volto alla verifica delle componenti fisico-chimico e biologiche necessarie per valutare lo stato chimico e lo stato ecologico dei corpi idrici, come tipizzati nella D.G.R. n. 430/2009, rappresentati da 186 corpi idrici - fiumi, 7 laghi, 1 corpo idrico di transizione e 26 corpi idrici marino-costieri. Sulla base delle risultanze di tali rilievi, con D.G.R. n. 1615/2012 è stata predisposta la classificazione dei corpi idrici significativi che ha trovato applicazione, tra l'altro, nella definizione dei parametri correttivi del DMV.

In applicazione dell'articolo 26 delle Norme di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque, con Deliberazione della Giunta Regionale 1175/2013, la Regione ha infatti approvato i criteri per la determinazione e l'applicazione dei primi fattori correttivi della componente idrologica del Deflusso Minimo Vitale (DMV), relativi alla morfologia del territorio (M), agli aspetti naturalistici (N) e alla qualità delle acque fluviali (Q); gli ultimi due fattori correttivi dipendono dalla classificazione dei corpi idrici significativi. I fattori correttivi Q ed N, più diffusamente illustrati nel seguito, sono stati determinati a partire dalla classificazione dei corpi idrici significativi in quanto indicativi dello stato ecologico e ambientale, ma sono da applicarsi a tutti i corsi d'acqua del territorio ligure. I valori sono stati cartografati e resi disponibili sul sito web del Dipartimento Ambiente della Regione Liguria.

Il territorio della Regione Liguria ricade sotto la competenza di tre diverse autorità di bacino:

- l'Autorità di bacino nazionale del F. Po
- l'Autorità di bacino di rilievo regionale
- l'Autorità di bacino interregionale del F. Magra.

Nel prosieguo si analizza sinteticamente quanto sviluppato da tali Enti in merito alle modalità di definizione del bilancio idrico e determinazione del **DMV definito dal Paino di Tutela delle Acque**.

### *2.6.1 Ambiti di applicazione*

Il Bilancio Idrico si pone l'obiettivo della gestione sostenibile della risorsa idrica, in grado di garantire la tutela quali-quantitativa della risorsa idrica e di preservare l'equilibrio dell'ecosistema

fluviale. In particolare, per quanto riguarda le acque superficiali, un elemento imprescindibile per l'equilibrio dell'ecosistema fluviale è il Minimo Deflusso Vitale (di seguito indicato come DMV). Il DMV così come anche definito dalle "Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino (art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152)", approvate nella seduta della Conferenza Stato-Regioni del 17 giugno 2004, è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, al fine:

- Di garantire l'integrità ecologica del corso d'acqua con particolare riferimento alla tutela della fauna acquatica. Il DMV è quindi la portata in alveo che, al netto delle derivazioni idriche di monte, è in grado di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi in una determinata sezione del corso d'acqua stesso;
- Di assicurare un utilizzo sostenibile della risorsa idrica, salvaguardando le esigenze di soddisfacimento dei diversi fabbisogni sotto il profilo qualitativo e quantitativo;
- Di tutelare l'equilibrio del bilancio idrico ed idrogeologico.

La normativa vigente prevede che le Regioni determinino il Deflusso Minimo Vitale in base ai criteri individuati dalle Autorità di Bacino.

### 2.6.2 Definizione del DMV su territorio dei bacini di competenza regionale

Coerentemente con la formula proposta dall'AdB Po e come meglio dettagliato nel seguito, per tutto il territorio ligure ad esclusione delle porzioni ricadenti nell'ambito del bacino del Fiume Magra, la formula del DMV è stata mantenuta uguale a quella utilizzata per il bacino del Po stesso, ovvero:

$$Q_{DMV} = K \cdot q_{meda} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

Dove:

- $Q_{DMV}$ è espressa in l/s;
- k * qmeda * S , è la componente idrologica del DMV ed in particolare:
- $q_{meda}$, è la portata media annuale per unità d'area espressa in l/s/km2;
- S è la superficie drenata dal bacino nel punto di derivazione espresso in km2;
- k è un parametro sperimentale adimensionale, dipendente dalla superficie drenata dall'area geografica e compreso tra zero ed 1;
- M parametro morfologico;
- Z = max (N,F,Q) – dove N, F e Q sono maggiori o uguali a 1 ed esprimono: N le esigenze di maggiore tutela per gli ambienti fluviali e torrentizi con elevato grado di naturalità, F le esigenze di tutela di tratti di particolare fruizione turistico-sociale, compresa la balneazione

e Q le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nel corso d'acqua in funzione delle attività antropiche presenti.

Giova ricordare che la limitazione della determinazione ed applicazione dei fattori correttivi di cui sopra ai soli corpi idrici significativi, di cui alle D.G.R. 7/2002 e 7/2004 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, è superata da quanto prescritto dalla D.G.R. 1175/2013, che prevede invece l'applicazione dei fattori correttivi a tutti i corpi idrici superficiali del territorio regionale e che i fattori correttivi così determinati, pur discendendo in parte dalla classificazione dei corpi idrici è stata estesa a tutti i corsi d'acqua del reticolo regionale.

Mentre il fattore M è determinato in base ai dati fisiografici del bacino ed il fattore N è determinato in base alla presenza di zone di naturalità e di pregio ambientale nei corsi d'acqua interessati dagli effetti della derivazione e sono quindi definibili in modo specifico, il fattore Q è stato determinato a partire dalla classificazione dei corsi d'acqua di cui alla D.G.R. 1615/12, che è assegnata ai corpi idrici significativi di cui alla D.G.R. 1705/03. E' stato perciò necessario definire un criterio per estendere il fattore Q ai restanti corpi idrici in base a valutazioni di influenza del bacino di monte sul corpo idrico stesso ed analogie con bacini limitrofi.

La scelta di determinare i fattori correttivi in base ai dati di classificazione è stata motivata dalla necessità di contribuire con il DMV al raggiungimento o mantenimento dello stato di qualità ambientale come previsto dal D.lgsl 152/2006. La rappresentatività dei dati di monitoraggio rilevati sui corpi idrici significativi, per l'idrografia locale minore, è stata verificata a campione e restituisce valori di qualità ecologica prossimi a quelli di rilievo sullo specifico corpo idrico.

I fattori correttivi adimensionali non ancora determinati sono:

- A parametro di interazione con le acque sotterranee;
- T parametro di modulazione temporale che esprime la possibilità di variare il DMV nel corso dell'anno in modo da adeguare lo stesso a esigenze di tutela, fruizione o diluizione, variabili nel tempo o ridurre lo stress ecologico derivante dalla costanza del regime idrologico.

### 2.6.3 Calcolo del DMV base o componente idrologica

Nel caso in esame si è passato, in prima analisi, alla determinazione del DMV base o componente idrologica.

Si riportano a seguito i risultati.

$$k = -2.39 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.058$$

- S= 84,70 km$^2$
- K= 0,05598

Per la definizione della $Q_{meda}$ si è scelto, in prima battuta, di definire la portate media annuale naturale attraverso la curva di durata delle portate la quale rappresenta più fedelmente l'andamento idrologico del bacino durante l'anno andando a riportare sia i picchi che i periodi di secca. Attraverso l'analisi delle portate rilevate alla stazione di misura di Pogli si è desunta la portata media annua la quale definisce una $Q_{meda}$ = 21,3 l/s/km$^2$.

| | u.m. | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Q Pogli** | [m$^3$/s] | 4,559 | 6,010 | 6,924 | 6,482 | 5,816 | 2,759 | 1,367 | 0,711 | 1,555 | 2,774 | 7,330 | 5,450 |

***Tabella 9. Portate medie mensili per il torrente Arroscia, misurate a Pogli.***

In seconda analisi, alla luce dell'analisi delle portate naturali registrate a Pogli, si è andati a calcolare la $Q_{meda}$ attraverso la media dei valori delle portate disponibili e derivate dall'impianto idroelettrico di progetto a Pieve di Teco. Nella valutazione delle portate naturali e disponibili si è tenuto in considerazione un coefficiente riduttivo delle portate registrate dalla stazione idrometrica di Pogli ottenuto dividendo l'area del bacino imbrifero in esame per la superficie complessiva sottesa dalla stazione idrometrica stessa.

Per una progettazione più attenta a livello idrologico ed ambientale si predilige valutare la portata $Q_{meda}$ attraverso la media delle portate medie mensili la quale fa sì che il valore della $Q_{meda}$ risulti più alto e di conseguenza un valore di DMV più consistente.

Questa scelta viene effettuata per prediligere un valore alto di DMV, anche se la portata media annua descritta attraverso la curva di durata delle portate rappresenta più fedelmente il comportarsi del sistema torrente. Questo perché, attraverso le portate medie mensili non si possono valutare i contributi sia dei picchi di portata che dei periodi di secca, ma questi sono spalmati durante l'interno arco mensile determinando così un valore medio sempre leggermente più alto rispetto a quello definito attraverso la curva di durata delle portate che attribuisce il giusto "peso" temporale ai valori di portata naturale riscontrabili in alveo. Attraverso queste considerazioni si ottiene un **DMV base o componente idrologica pari a 110,93 l/s il quale viene approssimato per eccesso a 115 l/s**.

$$\mathbf{DMV = 0{,}05598 \cdot 84{,}70 \cdot 21{,}3 = 110{,}93 \Rightarrow \underline{115\ l/s}}$$

Il calcolo del DMV per l'impianto in progetto è confermato anche dal Piano di Tutela delle Acque, il quale afferma che il DMV a Pogli è pari a 234l/s; da cui discende un DMV a Pieve di Teco di circa 105l/s (vedasi relazione istruttoria n. S599 del 27/01/2016).

## 2.7 Modalità di rilascio del DMV

Per ciò che concerne il rilascio del DMV si è deciso di adottare sistema di misura e controllo del livello a monte della traversa. Sarà installato immediatamente a monte della bocca di presa un sensore di livello che misurerà il medesimo nel bacino a monte della traversa. Il livello sarà garantito sempre almeno pari alla quota di sfioro della traversa, in modo che sul sistema di rilascio sia sempre garantita una portata superiore a 115 l/s.

Nel caso in cui il livello dovesse scendere sotto la quota di sfioro della traversa sarà prevista la chiusura della paratoia d'impianto ed il completo rilascio della portata in arrivo alla traversa.

Si è scelta questa configurazione progettuale perché risulterebbe impossibile andar a realizzare una bocca con quota d'imposta inferiore alla bocca di derivazione e con rilascio completo del DMV prima dell'innesco della derivazione vista la tipologia, a salto concentrato, della futura centrale.

Per questa motivazione si è scelto di andare ad adottare un misuratore di livello a monte della zona centrale che consenta di mantenere il livello e quindi il deflusso sulla scala di rimonta.

Con la modifica del sistema di rilascio si garantisce però attualmente il rilascio di 70l/s prima della possibilità fisica di derivare acqua, più del 60% del DMV richiesto (115 l/s).



***Figura 13. Zona di posizionamento del misuratore di portata naturale***

È stata scartata l'ipotesi di utilizzare un misuratore di portata a monte dell'impianto vista la necessità di dover creare e mantenere una sezione di misura sempre efficiente e visto l'errore percentuale che potrebbe verificarsi con le basse portate estive.

I dati del livello, con i quali è possibile verificare l'effettivo rilascio del DMV, saranno registrati con cadenza oraria e visibili da remoto.

La taratura dell'impianto per la misura e la gestione del livello sarà tarato al collaudo dell'impianto.

### *2.7.1 Portata naturale inferiore alla somma di DMV e Qmin turbinabile*

Nel caso in cui il misuratore di livello misurasse un livello inferiore alla quota di sfioro della traversa sarà comandata la chiusura della paratoia d'impianto ed il fermo della produzione. Per portate inferiori alla minima turbinabile (650l/s), la turbina idraulica non è in grado di mantenere il livello di progetto e produrre; ne consegue che per portate in arrivo alla traversa inferiori a 765l/s (somma della portata minima turbinabile e del DMV) l'impianto sarà spento. In tal caso la portata che giunge alla traversa verrà completamente rilasciata sulla scala di rimonta dell'ittiofauna, la rampa delle anguille e l'eccedenza verrà fatta tracimare dal coronamento della traversa stessa.

### *2.7.2 Portata naturale maggiore al DMV e quota di non turbinaggio*

Nel caso in cui il misuratore di livello installato a monte della bocca di presa andasse a misurare e registrare livello superiore a quello corrispondente ad una portata in arrivo superiore a 765 l/s è prevista l'apertura della paratoia d'impianto con la ripresa della produzione. La differenza tra la portata naturale e la portata derivata dalla centrale dovrà sempre essere maggiore o uguale al DMV da rilasciare sulle scale di rimonta. Questa condizione è sempre garantita dal controllo del livello eseguito dall'impianto. Il funzionamento dell'impianto è previsto fino a quando è mantenuto il livello di funzionamento (superiore o uguale alla quota di sfioro della traversa).

## 2.8 Asta graduata

Si andrà a posizionare un'asta gratuita sia sulla bocca di derivazione che all'interno del canale di derivazione, sulla quale verrà segnata la quota di funzionamento pari al livello del coronamento della traversa. Per verificare il funzionamento dei dispositivi di rilascio si posizionerà un riconoscimento visivo (targa in acciaio inox) anche lungo la parete dello stramazzo del DMV. Queste targhe riporteranno la quota di funzionamento del dispositivo di rilascio (assunta pari alla quota di sfioro della traversa).



***Figura 14. Asta graduata***

## 2.9 Dimensionamento soglia del DMV

A seguito delle richieste integrative si è andati a dimensionare nuovamente il sistema di rilascio del DMV. Si è scelto di suddividere la portata di DMV (115 l/s) in tre frazioni:

- la prima transitante su uno stramazzo alimentante la scala di rimonta;
- la seconda transitante su uno stramazzo alimentante la scala per le anguille;
- la terza transitante in una bocca sotto battente alimentante la scala.

La suddivisione dei rilasci è stata effettuata al fine di diminuire la portata transitante nella scala con riduzione della dissipazione energetica in ciascuna vasca ed inoltre per consentire un innesco del rilascio migliore rispetto al progetto presentato in fase di screening ambientale. Il Deflusso Minimo Vitale definito per la centrale a Pieve di Teco loc. Capoluogo risulta essere quantificato in 115 l/s. Precedentemente, per il rilascio della su scritta portata si era scelto di realizzare due stramazzi a larga soglia; uno per la messa in funzione della scala di rimonta per l'ittiofauna uno per la rampa di risalita delle anguille in seguito si passerà alla riprogettazione dei due dispositivi di rilascio.

A seguito delle richieste contenute all'interno della relazione d'istruttoria n. S599 del 27/01/2016 si sono riviste le dimensioni degli stramazzi alimentanti le scale per l'ittiofauna e per le anguille ed è stata aggiunta un'alimentazione mediante una luce sotto battente. L'aggiunta di quest'ultima consente di rilasciare buona parte del DMV (più del 60%) prima ancora che possa fisicamente esserci alimentazione alla bocca di presa dell'impianto idroelettrico.

### *2.9.1 Stramazzo della scala di rimonta per l'ittiofauna*

Il primo stramazzo, per la scala di rimonta dell'ittiofauna, presentava una larghezza di 1,80 m e una profondità, battente, di 10 cm. Con le su scritte dimensioni ed adottando un coefficiente μ pari a 0,385 si sarebbe ottenuta una portata transitante pari a 97 l/s con una velocità della corrente, all'intero dello stramazzo pari a 0,54 m/s.

A seguito delle indicazioni contenute all'interno della relazione d'istruttoria n. S599 del 27/01/2016 si è portato il coefficiente di deflusso dello stramazzo ad un valore di μ = 0,31, e si sono modificate le caratteristiche geometriche dello stramazzo, aumentando la profondità di attacco e quindi il battente che si verrà a generare al di sopra (da 10 cm a 12 cm) e diminuendone la larghezza; mantenendo sempre costante la larghezza della scala di rimonta.

Le dimensioni dello stramazzo sono in definitiva pari a 0,14 m di altezza e 0,40 m di larghezza. Il calcolo della bocca di alimentazione è stato effettuato utilizzando la formula dello stramazzo a larga soglia con sezione rettangolare:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- μ = coefficiente di deflusso relativo allo stramazzo a larga soglia (scelto pari a 0,31);
- L= larghezza dello stramazzo (0,40 m);
- h= tirante idrico presente nello stramazzo (0,14 m).

Pertanto, applicando i suddetti valori alla formula precedentemente riportata si ottiene:

$$Q = 0{,}31 \cdot 0{,}40 \cdot 0{,}14 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}14} = 0{,}036\ m^3/s$$

Dalla relazione sopra citata si può affermare che la velocità all'interno dello stramazzo risulta:

$$u = \mu \cdot \sqrt{2gh}$$

nella sezione di larghezza L e altezza h. Per quanto riguarda lo stramazzo di comunicazione tra le vasche all'interno del manufatto di risalita per l'ittiofauna si ha:

- L= 0,40 m
- H = 0,14 m

Da cui si ottiene

$$u = 0{,}31 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}14} = 0{,}64\ m/s$$

Adottando il coefficiente definito dagli uffici μ = 0,31 e viste le caratteristiche di larga soglia presente si ha anche una diminuzione della velocità che si viene ad instaurare all'interno dello stramazzo, agevolando così la risalita delle specie ittiche presenti.

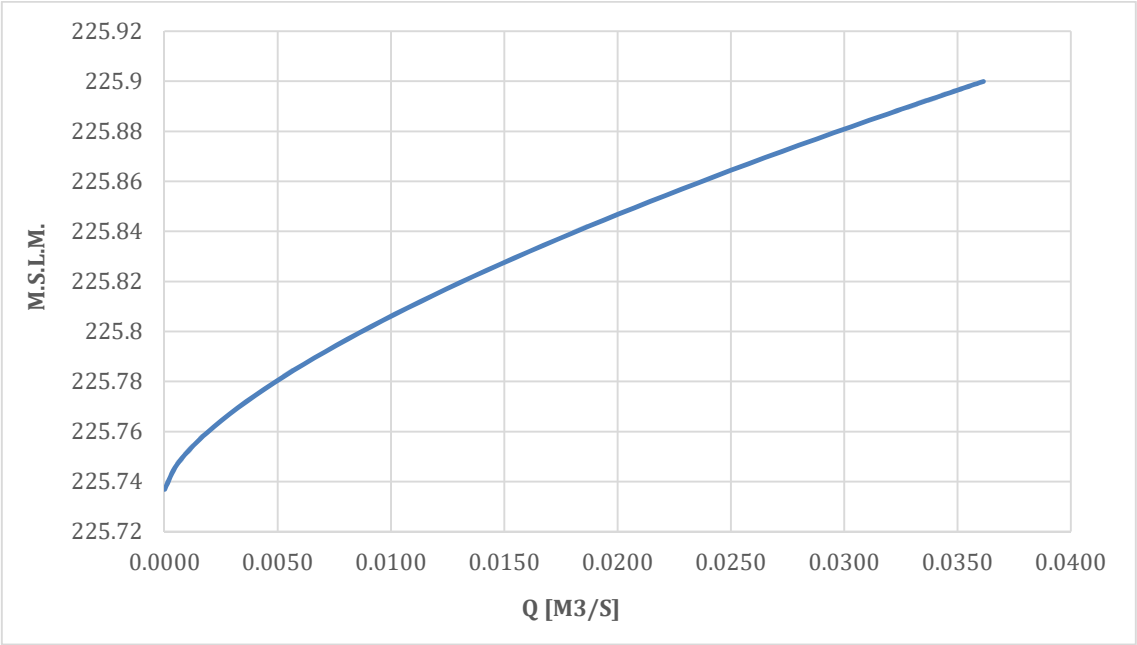



***Figura 15. Scala di deflusso dello stramazzo alimentante la scala di rimonta per l'ittiofauna.***

### 2.9.2 Bocca sotto battente alimentante la scala di rimonta per l'ittiofauna

La scala di rimonta per l'ittiofauna è alimentata oltre che dallo stramazzo in testa, anche da una bocca sotto battente. L'inserimento di questa bocca consente di rilasciare buona parte del DMV prima che sia fisicamente possibile l'ingresso di acqua all'interno dello stramazzo, in quanto il suo posizionamento è previsto ad una quota inferiore a quella della bocca di presa. La bocca sotto battente è prevista con una sezione rettangolare di altezza pari a 0,40 m e altezza pari a 0,20 m.

Il calcolo della bocca di alimentazione è stato effettuato utilizzando la formula dello stramazzo a larga soglia con sezione rettangolare per i primi 0,20m di battente:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- μ = coefficiente di deflusso relativo allo stramazzo a larga soglia (scelto pari a 0,31);
- L= larghezza dello stramazzo (0,40 m);
- h= tirante idrico presente nello stramazzo.

Quando il battente dietro il foro supera un'altezza di 0,20 m questo si comporterà come luce sotto battente e la portata attraversante il foro sarà funzione della differenza di carico idraulico tra monte e valle del foro. La legge che definisce la portata in funzione della differenza di carico idraulico è a seguito riportata:

$$Q = \mu \cdot L \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot \Delta h} = 0{,}6 \cdot 0{,}40 \cdot 0{,}20 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot \Delta h}$$

dove:

- μ = coefficiente di deflusso di luce sotto battente (scelto pari a 0,6);
- L= larghezza del foro (0,40 m);
- B= altezza del foro (0,20 m);
- Δh= è la differenza di carico tra monte e valle del foro.

Si segnala che essendo tutte le vasche profonde uguali, ed essendo presente un dislivello tra ciascuna vasca di 0,235 m, la differenza di carico idraulico Δh tra una vasca e la successiva sarà sempre pari a 0,235m.

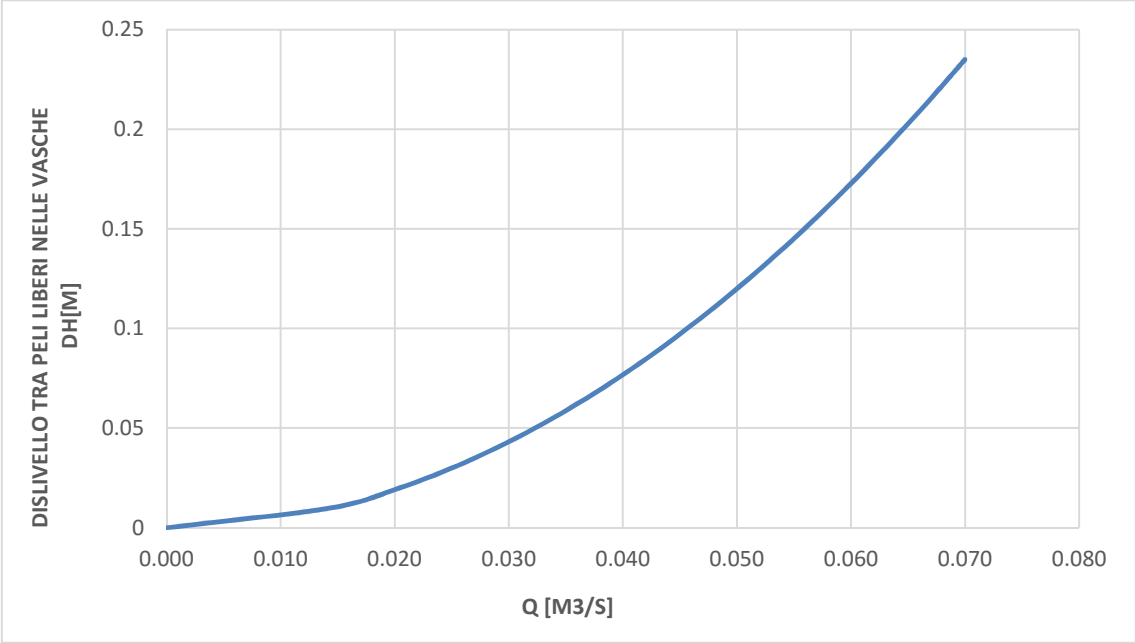



***Figura 16. Scala di deflusso della bocca sotto battente alimentante la scala di rimonta per l'ittiofauna.***

### 2.9.3 Stramazzo della rampa per le anguille

Il secondo stramazzo, per la rampa per le anguille, presentava una larghezza di 0,50 m e una profondità, battente, di 10 cm. Con le su scritte dimensioni ed adottando un coefficiente μ pari a 0,385 si sarebbe ottenuta una portata transitante pari a 27 l/s con una velocità della corrente, all'intero dello

stramazzo pari a 0,54 m/s. Adottando il coefficiente definito dagli uffici preposti della Regione, μ = 0,31, e modificando il battente con cui lavora lo stramazzo si è andati a modificare la portata in esso fluente. Il calcolo della bocca di alimentazione è stato effettuato utilizzando la formula dello stramazzo a larga soglia con sezione rettangolare:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- μ = coefficiente di deflusso relativo allo stramazzo a larga soglia (scelto pari a 0,31);
- L= larghezza dello stramazzo (0,50m);
- h= tirante idrico presente nello stramazzo (0,05m).

Pertanto, applicando i suddetti valori alla formula precedentemente riportata si ottiene:

$$Q = 0{,}31 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}05 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}05} = 0{,}008\ m^3 / s$$

Dalla relazione sopra citata si può affermare che la velocità all'interno dello stramazzo risulta:

$$u = \mu \cdot \sqrt{2gh}$$

nella sezione di larghezza L e altezza h.

Da cui si ottiene

$$u = 0{,}31 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}12} = 0{,}31\ m / s$$

Adottando il coefficiente definito dagli uffici regionali μ = 0,31 e viste le caratteristiche di larga soglia presente si ha anche una diminuzione della velocità che si viene ad instaurare all'interno dello stramazzo, agevolando così la risalita delle specie ittiche presenti.

### 2.9.4 Scala di deflusso del sistema di rilascio

Complessivamente, sul sistema di rilascio del DMV, è prevista la scala di deflusso a seguito presentata in forma tabellare ed in forma grafica. Si segnala che i dispositivi di rilascio saranno verificati in fase di collaudo e ne verrà certificato il rilascio di 115 l/s (portata assunta come DMV).

Il funzionamento dei dispositivi di rilascio del deflusso minimo vitale, verrà garantito grazie al sistema di controllo del livello che chiuderà autonomamente la paratoia d'impianto in caso di diminuzione del livello al di sotto della quota di sfioro della traversa.

| Quota del pelo acqua a monte della traversa [m s.l.m.] | Foro sotto battente [m³/s] | Stramazzo alimentante la scala [m³/s] | Stramazzo alimentante la scala per le anguille [m³/s] | Rilascio complessivo [m³/s] |
|---|---|---|---|---|
| 224,65 | 0,000 | 0,0000 | 0,000 | 0,000 |
| 224,66 | 0,001 | 0,0000 | 0,000 | 0,001 |
| 224,67 | 0,002 | 0,0000 | 0,000 | 0,002 |
| 224,68 | 0,003 | 0,0000 | 0,000 | 0,003 |
| 224,69 | 0,004 | 0,0000 | 0,000 | 0,004 |
| 224,70 | 0,006 | 0,0000 | 0,000 | 0,006 |
| 224,71 | 0,008 | 0,0000 | 0,000 | 0,008 |
| 224,72 | 0,010 | 0,0000 | 0,000 | 0,010 |
| 224,73 | 0,012 | 0,0000 | 0,000 | 0,012 |
| 224,74 | 0,015 | 0,0000 | 0,000 | 0,015 |
| 224,75 | 0,017 | 0,0000 | 0,000 | 0,017 |
| 224,76 | 0,020 | 0,0000 | 0,000 | 0,020 |
| 224,77 | 0,023 | 0,0000 | 0,000 | 0,023 |
| 224,78 | 0,026 | 0,0000 | 0,000 | 0,026 |
| 224,79 | 0,029 | 0,0000 | 0,000 | 0,029 |
| 224,80 | 0,032 | 0,0000 | 0,000 | 0,032 |
| 224,81 | 0,035 | 0,0000 | 0,000 | 0,035 |
| 224,82 | 0,038 | 0,0000 | 0,000 | 0,038 |
| 224,83 | 0,042 | 0,0000 | 0,000 | 0,042 |
| 224,84 | 0,045 | 0,0000 | 0,000 | 0,045 |
| 224,85 | 0,049 | 0,0000 | 0,000 | 0,049 |
| 224,86 | 0,067 | 0,0000 | 0,000 | 0,067 |
| 224,87 | 0,068 | 0,0000 | 0,000 | 0,068 |
| 224,88 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,89 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,89 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,90 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,91 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,92 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,93 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,94 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,95 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,96 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,97 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,98 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 224,99 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,00 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,01 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,02 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,03 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,04 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,05 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,06 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,07 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 225,08 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,09 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,10 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,11 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,12 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,13 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,14 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,15 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,16 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,17 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,18 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,19 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,20 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,21 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,22 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,23 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,24 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,25 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,26 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,27 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,28 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,29 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,30 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,31 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,32 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,33 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,34 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,35 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,36 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,37 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,38 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,39 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| **225,40** | **0,070** | **0,0000** | **0,000** | **0,070** |
| 225,41 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,42 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,43 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,44 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,45 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,46 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,47 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,48 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,49 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,50 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,51 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,52 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,53 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,54 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,55 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,56 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,57 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,58 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,59 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,60 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,61 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,62 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 225,63 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,64 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,65 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,66 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,67 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,68 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,69 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,70 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,71 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,72 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,73 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,74 | 0,070 | 0,0000 | 0,000 | 0,070 |
| 225,75 | 0,070 | 0,0005 | 0,000 | 0,071 |
| 225,76 | 0,070 | 0,0016 | 0,000 | 0,072 |
| 225,77 | 0,070 | 0,0029 | 0,000 | 0,073 |
| 225,78 | 0,070 | 0,0044 | 0,000 | 0,074 |
| 225,79 | 0,070 | 0,0061 | 0,000 | 0,076 |
| 225,80 | 0,070 | 0,0081 | 0,000 | 0,078 |
| 225,81 | 0,070 | 0,0102 | 0,000 | 0,080 |
| 225,82 | 0,070 | 0,0124 | 0,000 | 0,082 |
| 225,83 | 0,070 | 0,0148 | 0,000 | 0,085 |
| 225,84 | 0,070 | 0,0174 | 0,000 | 0,087 |
| 225,85 | 0,070 | 0,0200 | 0,000 | 0,090 |
| 225,86 | 0,070 | 0,0228 | 0,000 | 0,093 |
| 225,87 | 0,070 | 0,0257 | 0,002 | 0,097 |
| 225,88 | 0,070 | 0,0288 | 0,003 | 0,102 |
| 225,89 | 0,070 | 0,0319 | 0,005 | 0,107 |
| 225,90 | 0,070 | 0,0352 | 0,008 | 0,113 |
| **225,90** | **0,070** | **0,0361** | **0,008** | **0,115** |

***Tabella 10. Scala di deflusso della portata rilasciata tra scala di rimonta dell'ittiofauna e rampa per le anguille.***

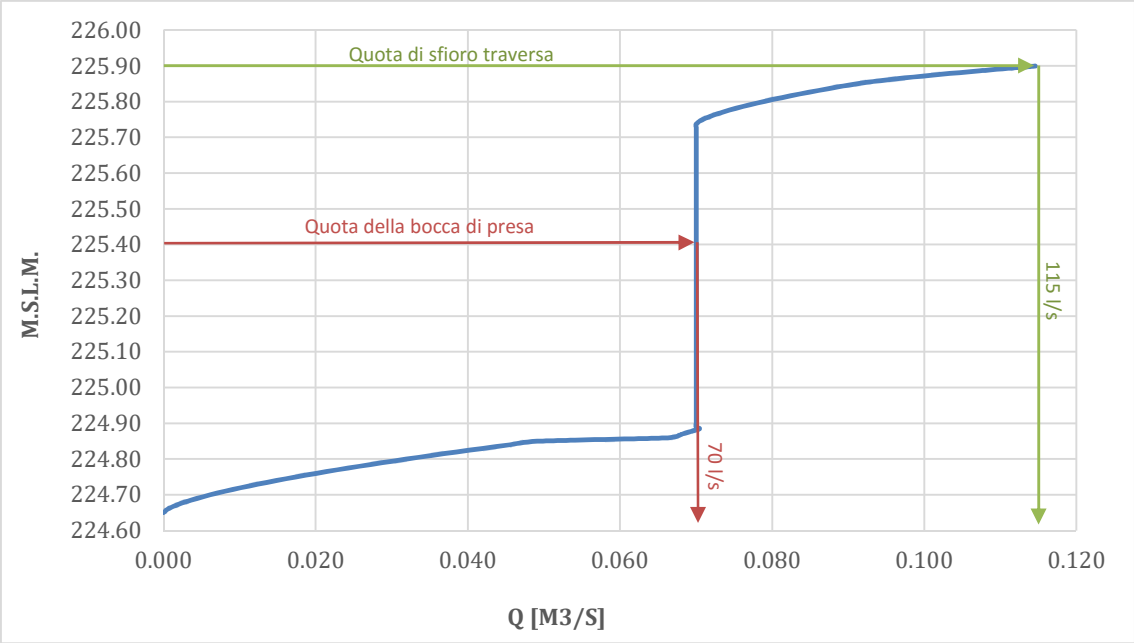



***Figura 17. Scala di deflusso della portata rilasciata tra scala di rimonta dell'ittiofauna e rampa per le anguille.***